

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Nakjoong KIM et al.

Application No.: 10/671,557

Filed: September 29, 2003

For: DYNAMICALLY CONTROLLABLE
LIGHT MODULATOR USING
PHASE DIFFRACTION GRATING
AND DISPLAY USING THE SAME

Group Art Unit: Not yet assigned

Examiner: Not yet assigned

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY FOR COMPLETING
CLAIM OF FOREIGN PRIORITY**

Sir:

Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., Applicants hereby submit a certified copy of Korean Patent Application Number 10-2003-0044504, filed July 2, 2003, to complete the claim of priority, as set forth in the Declaration and Transmittal previously filed in this case.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Dated: January 6, 2004

By Andrew C. Sonu Reg 24,014
for Andrew C. Sonu
Reg. No. 33,457

FINNEGAN
HENDERSON
FARABOW
GARRETT &
DUNNER LLP

1300 I Street, NW
Washington, DC 20005
202.408.4000
Fax 202.408.4400
www.finnegan.com



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0044504
Application Number

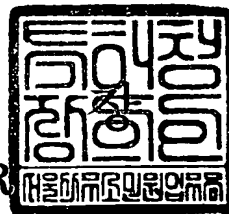
출원 년 월 일 : 2003년 07월 02일
Date of Application JUL 02, 2003

출원인 : 학교법인 한양학원
Applicant(s) HANYANG HAK WON CO., LTD.



2003 년 09 월 17 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0047
【제출일자】	2003.07.02
【발명의 명칭】	위상 회절격자를 이용한 동적 제어 광변조 소자와 이를 이용한 디스플레이 장치
【발명의 영문명칭】	DYNAMICALLY CONTROLLABLE LIGHT MODULATOR USING PHASE DIFFRACTION GRATING AND ITS APPLICATION TO DISPLAY DEVICE
【출원인】	
【명칭】	학교법인 한양학원
【출원인코드】	2-1998-096893-2
【대리인】	
【성명】	조진태
【대리인코드】	9-2003-000088-1
【포괄위임등록번호】	2003-019661-9
【대리인】	
【성명】	남승희
【대리인코드】	9-2003-000036-2
【포괄위임등록번호】	2003-019662-6
【대리인】	
【성명】	윤종섭
【대리인코드】	9-2003-000089-8
【포괄위임등록번호】	2003-019660-1
【대리인】	
【성명】	이성규
【대리인코드】	9-2003-000083-0
【포괄위임등록번호】	2003-019663-3
【발명자】	
【성명의 국문표기】	주원제
【성명의 영문표기】	J00, Won Jae
【주민등록번호】	720715-1011225

【우편번호】	425-767
【주소】	경기도 안산시 상록구 성포동 선경아파트 7동 601호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김낙중
【성명의 영문표기】	KIM,Nak Joong
【주민등록번호】	510325-1030223
【우편번호】	135-110
【주소】	서울특별시 강남구 압구정동 신사미성아파트 28동 303호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 조진태 (인) 대리인 남승희 (인) 대리인 윤종섭 (인) 대리인 이성규 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	12 면 12,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	22 항 813,000 원
【합계】	854,000 원
【감면사유】	학교
【감면후 수수료】	427,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 위상 회절격자를 이용한 동적 제어 광변조 소자와 이를 이용한 디스플레이 장치에 관한 것이다. 본 발명은 일정한 주기로 높이가 변화된 위상 회절격자에 부착된 위상 가변 부재를 이용하여 동적 제어 광변조 소자의 위상 변조를 전기장으로 조정할 수 있게 하였으며, 상기 동적 제어 광변조 소자의 전극을 2차원 어레이로 제작하면 디스플레이 장치로 응용할 수 있다. 상기 동적 제어 광변조 소자의 전극 중 하나를 금속전극으로 대체하면 반사형 디스플레이 장치에 활용이 가능하다.

【대표도】

도 2

【색인어】

동적 제어 광변조 소자, 위상 회절격자, 위상 가변, 액정, 브래그 회절, 굴절을, 매질, 2차원 어레이, 디스플레이

【명세서】**【발명의 명칭】**

위상 회절격자를 이용한 동적 제어 광변조 소자와 이를 이용한 디스플레이 장치
{DYNAMICALLY CONTROLLABLE LIGHT MODULATOR USING PHASE DIFFRACTION GRATING AND ITS
APPLICATION TO DISPLAY DEVICE}

【도면의 간단한 설명】

도1a 및 도1b는 종래의 빗살형 투명전극을 이용한 동적 제어 광변조 소자의 구성을 도시한 정면도 및 측면도.

도2는 본 발명에 따른 위상 회절격자를 이용한 동적 제어 광변조 소자의 구성을 도시한 측면도.

도3은 본 발명에 따른 동적 제어 광변조 소자의 위상 회절격자 부재를 도시한 사시도.

도4는 본 발명에 따른 투과형 동적 제어 광변조 소자에서 일어나는 브래그 회절을 도시한 사시도.

도5 내지 도8는 본 발명의 반사형 동적 제어 광변조 소자에서 일어나는 브래그 회절을 도시한 측면도 및 본 장치에 조사되는 광 경로를 따라 도시한 도면.

도9과 도10는 본 발명에 따른 투과형 동적 제어 광변조 소자와 반사형 동적 제어 광변조 소자를 이용한 디스플레이를 도시한 사시도.

도11은 본 발명에 따른 투과형 디스플레이 장치에서 R, G, B 레이저광과 그 출력광을 제어하는 수단을 도시한 사시도.

도12는 본 발명에 따른 투과형 디스플레이 장치에서 R, G 레이저광과 그 투과광과 회절광의 사이 각을 도시한 간략도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- 1, 2: 위상 가변 부재
- 3: 빗살형 제1 투명전극
- 4: 유리기판
- 5: 빗살형 제2 투명전극
- 5a, 3a: 빗살부
- 5b, 3b: 연결부
- 6: 교류전원
- 10: 광원
- 21: 위상 회절격자 부재
- 22, 50: 투명전극판
- 23: 전원공급장치
- 24, 51: 금속 전극
- 31: 투명전극판
- 31a: 투명전극
- 31b: 유리판
- 33: 구동소자

- 40: 회절광
- 41: 투과광
- 42: 반사광
- 43: 1차 회절광
- 44: 2차 회절광
- 45: 3차 회절광
- 46: 조사된 레이저광
- 55: 거울
- 60: 적색광의 회절광
- 61: 적색광의 투과광
- 70: 녹색광의 회절광
- 71: 녹색광의 투과광
- X: 능동 제어 광변조 소자
- Y: 디스플레이

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<40> 본 발명은 인가 전기장의 크기에 따라 광의 세기를 조절할 수 있는 광변조 소자 및 이를 이용한 디스플레이에 관한 것이다. 종래의 광변조 소자의 제조에는 음향 광학 효과를 이용

하는 방법(acousto-optic effect), 액정소자 등과 같은 전기광학재료(electro-optic material)를 이용하는 방법 등이 사용되고 있다.

<41> 광변조 소자를 제작하는 종래의 방법들에 관하여 하기에서 간략히 설명한다. 음향 광학 효과를 이용하는 경우, 광변조 소자는 압전소자(piezoelectric material)에 트랜스듀서(transducer)를 연결하여 제조되는데, 광변조 소자에 전기 신호가 입력되면 트랜스듀서에서 음파를 만들어 압전소자에 전달하고 전달된 음파가 압전소자에서 회절격자를 형성하는 것이다. 이 회절격자에 수직방향으로 입사된 레이저광은 회절을 일으키게 된다. 하지만 이 장치는 국소 영역에서 회절격자의 형성을 조절할 수 없고, 음파는 주파수가 낮기 때문에 회절광의 회절각도가 작은 단점이 있다. 사용되는 광원의 파장에 따라 다르지만 수백 MHz의 음파에서 발생되는 브래그 각(Bragg angle)은 대체적으로 1도 미만이다.

<42> 회절은 주기적인 굴절률 또는 흡수율의 변조가 일어나는 매질을 단색광이 통과할 때 발생하게 된다. 예를 들면, 회절은 유리판 위에 잉크로 선을 주기적으로 그어도 회절이 일어날 수 있다. 이때 상기 단색광은 단색 파장을 가지는 광원으로서 레이저광을 사용할 수 있다. 회절에는 라만나스(Raman-Nath) 회절과 브래그(Bragg) 회절이 있다. 라만나스 회절은 다중회절로 회절광이 1차 회절광, 2차 회절광 등으로 여러 개가 만들어지는 회절로서, 굴절률의 변조가 일어나는 매질의 두께가 적절하게 얇을 경우 일어난다. 브래그 회절에서는 1차 회절광만이 만들어지며, 매질의 두께가 적절하게 두꺼울 경우 일어나게 된다. 이때, 두께의 두껍고 얇음을 결정하는 조건은 아래의 Q 값에 따라 결정되며 특히 격자간격에 영향을 받는다.

<43>

$$Q = \frac{2\pi\lambda L}{n\Lambda^2}$$

【수학식 1】

- <44> 여기서 Λ 은 입사 레이저광의 파장, L 은 매질의 두께, Λ 은 주기적인 굴절률이나 흡수율의 공간적 변화 간격(즉, 격자의 오목부와 볼록부로 구성된 격자에서 이들의 주기), n 은 매질의 평균 굴절률이다. Q 값이 1보다 크면 브래그 회절이, 1보다 작으면 라만나스 회절이 발생한다.
- <45> 현재 광변조 소자를 제조하는데 가장 많이 사용되는 있는 방법으로 전기광학재료를 이용하는 방법이 있다. 그 중 한 가지는 도파로에서 광을 두 개로 분할한 후 나중에 다시 합치는데, 분할된 광 중에서 하나의 광은 전기광학재료를 이용하여 위상변조를 시킨다. 합쳐진 두 광은 위상변조에 따라 보강 및 상쇄간섭을 일으켜서 최종 출력되는 광의 세기가 변조된다. 하지만, 이는 도파로를 사용해야 하므로, 장치의 제작이 용이하지 않으며, 광이 진행되는 방향인 장치의 두께를 줄이는데 제약이 따른다. 따라서 2차원 구조의 디스플레이 소자에 적용하기가 용이하지 않다.
- <46> 전기광학재료를 이용하는 다른 종류의 광변조 소자는 서로 직교하는 편광자(polarizer) 사이에 액정과 같은 전기광학재료를 위치시킨 것이다. 이는 이러한 광변조 소자에 전기장을 인가하면 전기광학재료에 복굴절이 유도되어서 투과광의 편광 상태가 변한다. 따라서 최종 편광자를 투과하는 광의 세기는 전기광학재료에 인가하는 전기장의 세기에 따라 변하게 된다. 하지만 이러한 장치는 반드시 편광자를 사용해야 하기 때문에, 광 투과율이 저하된다.
- <47> 전기광학재료를 이용하는 또 다른 예로서 전압의존성 위상 가변부재와 빗살형 투명전극을 이용한 능동 제어 광변조 소자 및 정보 기록 및/또는 재생장치가 한국 특허출원 10-2001-0017156에 개시되어 있다. 도1a과 도1b는 이러한 종래의 빗살형 투명전극을 이용한 능동 제어 광변조 소자(X)의 구성을 도시한다.



<48> 유리기관(4)의 내면에는 빗살형 제1 투명전극(3)과 빗살형 제2 투명전극(5)이 부착되고 이들 사이에는 액정과 같은 위상 가변부재(1)가 삽입되어 있다. 투명전극(3, 5)의 빗살부(3a, 5a)는 동일 폭(d1)과 동일 간격(d2)으로 형성되어 이들이 서로 중첩되지 않도록, 즉 제1 투명전극(3)의 빗살부(3a) 사이에 제2 투명전극(5)의 빗살부(5a)가 위치되도록 위상 가변 부재(1)의 양면에 제1 및 제2 투명전극(3, 5)이 위치된다. 이때, 상기 간격(d2)은 능동 제어 광변조 소자(X)에 있어서 1차광의 회절각을 규정하는 중요한 매개변수가 된다. 빗살형 투명전극(3, 5)에는 일정 주파수의 교류전압을 인가한다. 제1 투명전극(3)과 제2 투명전극(5)에 공급되는 교류전압의 레벨을 서로 다른 값으로 설정하면, 빗살부(3a, 5a)에 작용하는 전기장도가 달라지게 되고, 그 결과, 빗살부(3a, 5a)에 대향하는 위상 가변 부재(1)의 부위를 투과하는 투과광의 위상이 서로 달라지게 된다. 광원(10)에서 나온 레이저광이 상기 광변조 소자(X)를 지나면 회절하여 회절광(A, B)으로 변조된다. 한편, 상기 능동 제어 광변조 소자(X)에서 교류전압의 인가를 차단하거나, 상기 제1 및 제2 투명 전극(3, 5)에 인가하는 교류전압의 각 레벨을 동일하게 하면 회절은 발생하지 않아 광원(10)에서 나온 레이저광은 도면부호 M과 같이 광변조 소자(X)를 투과한다. 따라서, 상기와 같이 회절광(A, B)의 발생을 교류전원(6)에 의하여 제어할 수 있다.

<49> 그러나 수 마이크로미터 정도의 주기를 갖는 빗살형 전극의 위상을 조정하는 것은 쉽지 않으며, 특히 빗살형 전극의 두께나 전극간 거리는 소자 내에 형성되는 전기장의 분포나 소자의 성능에 민감하게 영향을 주게 된다. 더욱이, 이러한 빗살형 전극은 2차원 어레이(array)로 제작하여 구동하는 것이 곤란하므로 2차원 디스플레이용으로 사용할 수도 없다.



【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<50> 본 발명의 목적은 상기와 같은 기존의 광변조 소자가 갖는 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 균일한 전기장으로 제어할 수 있는 동적 제어 광변조 소자와 이를 이용한 디스플레이 장치를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

- <51> 본 발명에 따른 위상 회절격자를 이용하는 동적 제어 광변조 소자는 일정한 주기로 두께가 변하는 회절격자부를 갖는 위상 회절격자 부재와, 일면이 상기 위상 회절격자 부재의 회절격자부에 부착된 위상 가변부재와, 상기 위상 회절격자 부재의 다른 일면과 위상 가변부재의 다른 일면에 각각 형성된 전극을 포함하여 구성된다.
- <52> 상기 전극은 투명전극을 포함하거나 투명 유리 기판에 도전체가 코팅된 것 또는 ITO 전극 또는 금속전극을 포함한다. 기생 회절광이 형성되지 않도록 위상 가변 부재를 위상 회절격자 부재의 오목부에만 형성시키기도 한다. 상기 회절격자부는 사각파, 삼각파, 톱니파, 웨이브형 중 적어도 하나의 두께함수 형태로 제작될 수 있다. 상기 위상가변 부재는 인가전압에 따라 매질의 굴절률이 변하는 굴절률 가변재료를 포함하거나 비선형 발색단을 갖는 유기재료, 액정 또는 니오브산리튬을 포함할 수 있다. 상기 회절격자 부재에는 브레그 회절이 일어나도록 상기 격자의 두께와 간격을 정할 수 있다. 상기 동적 제어 광변조 소자의 동작을 위해 조사되는 광은 레이저광을 포함할 수 있으며 상기 레이저광은 위상 회절격자 부재와 위상 가변부재의 굴절률의 차이가 가장 크게 일어나도록 광의 편광방향이 정해질 수 있다.
- <53> 상기 동적 제어 광변조 소자를 이용하여 제조한 디스플레이 장치의 위상 가변부재의 다른 일면에 형성된 전극은 패턴을 가지고 2차원 어레이로 구성된 투명전극이며, 2차원 어레이

로 구성된 전극 패턴 각각은 구동소자를 포함하여 전원 드라이버와 연결되고, 위상 회절격자 부재의 다른 일면에 부착된 전극은 공통전극으로 전원 드라이버와 연결되고, 상기 디스플레이 장치는 레이저 광원을 포함하여 구

<54> 성될 수 있다.

<55> 상기 위상 회절격자 부재의 다른 일면에 부착된 전극은 금속을 포함할 수 있으며 위상 회절격자 부재의 격자와 대면하는 전극 패턴의 길이가 상기 격자의 주기의 3배 이상으로 구성할 수 있다. 상기 레이저 광원은 적색, 청색, 녹색의 3가지 단색광을 조사하는 3개의 개별 레이저 광원을 포함하고 각 회절광의 방향이 동일하게 되도록 입사될 수 있다. 상기 레이저 광원들은 회절효율이 최대가 되는 입사각으로 입사되고, 회절광을 동일 방향으로 반사시키기 위한 회전 가능한 거울을 포함할 수 있다. 또한 상기 레이저 광원은 적색, 청색, 녹색의 3가지 단색광을 순차적으로 반복하여 조사하고 각 단색광의 회절광을 동일 방향으로 반사시키기 위한 회전 가능한 거울을 포함할 수 있다. 또는 상기 레이저 광원은 적색, 청색, 녹색의 3가지 단색광을 동시에 조사하며, 각 단색광의 회절광을 동일 방향으로 진행하도록 입사각을 조절하여 조사할 수 있다.

<56> 회절은 굴절률이나 흡수율의 주기적인 변조가 있는 매질을 통과할 때 발생한다. 예를 들면, 위상 회절격자 부재(21)의 굴절률이 1.5이고 위상 가변 부재(2)의 굴절률이 1.50에서 1.51까지 전기장의 인가로 조절이 가능하다고 할 때, 두 매질의 굴절률을 같게 만들기 위해 위상 가변 부재(2)의 굴절률이 1.5가 되도록 전기장을 적절히 인가하여 조정한 후 광을 조사하면 회절이 일어나지 않게 된다. 한편, 위상 가변 부재(2)의 굴절률을 1.51로 조정해주면 두 매질 사이의 굴절률에 변조가 생기게 되어 광의 회절이 일어나게 된다.

<57> 또한, 매질의 굴절률은 매질을 통과하는 광의 파장이나 편광방향에 따라서도 영향을 받을 수 있다. 특히 매질이 위상 가변 부재, 예를 들어 액정일 경우 광 파장이나 편광방향에 의해 영향을 크게 받기 때문에 LCD(liquid crystal display) 장치에서는 편광자를 통과시켜서 선평광된 광으로 만든 후 사용한다. 본 발명에서도 입사되는 레이저광의 편광방향을 조절하여, 광이 지나갈 때 굴절율의 변화를 가장 크게 일어나도록 레이저광의 편광방향을 정한다.

<58> 본 발명에 따른 동적 제어 광변조 소자 장치는 도2에 도시된 바와 같이, 일정한 주기를 갖는 사각파 형상의 회절격자부가 일면에 형성된 위상 회절격자 부재(21)와, 상기 일면에 부착된 위상 가변 부재(2)를 포함하고 이를 부재의 상하부에 투명전극(22)이 부착되어 있다. 상기 투명전극(22)에는 일정한 전기장이 인가된다. 투명전극(22)은 투명한 유리판에 ITO(산화인듐)이 균일하게 코팅된 형태로 제작된다. 이 경우 상기 광변조 소자는 투과형 장치에 사용될 수 있다. 이와 달리 상기 투명전극들 중 하나를 금속으로 대체하면 동적 제어 광변조 소자는 반사형 장치에 사용될 수 있다. 이들에 대해서는 뒤에서 다시 언급된다.

<59> 동적 제어 광변조 소자의 위상 회절격자 부재(21)는 용도에 따라 라만나스 회절격자(Raman-Nath diffraction grating)나 브래그 회절격자(Bragg diffraction grating)중 하나로 선택하여 제작하는데 본 발명에서는 브래그 회절격자를 사용한다.

<60> 라만나스와 브래그 회절격자의 차이는 격자의 두께라고 할 수도 있다. 특히, 디스플레이 장치에서는 휘도가 중요하기 때문에 높은 회절효율이 필요하다. 브래그 위상 회절격자의 경우 회절효율(η)은 다음과 같이 주어진다.

<61>

$$\eta = \sin^2\left(\frac{\pi L \Delta n}{\lambda \sin \theta}\right)$$

【수학식 2】

<62> 여기서, L 은 매질의 두께, Δn 은 회절격자에서 굴절율의 변조폭, Λ 은 광의 파장, θ 는 입사각의 각도이다. 최대의 휘도를 얻기 위해서 회절효율이 100%가 되는 조건을 위 식으로 구할 수 있다. 광원으로 헬륨-네온 레이저($\Lambda = 632.8 \text{ nm}$)를 사용하고, 격자간격이 $1 \mu\text{m}$ 일 때 브래그 회절의 입사각은 대략 15도, 위상가변부재의 굴절률 변조폭(Δn)을 0.05라 하면, $1.6 \mu\text{m}$ 의 두께에서 100 %의 회절효율을 얻을 수 있다.

<63> 또한 본 발명의 동적 제어 광변조 소자가 브래그 회절의 영역에 속하는지 라만나스 회절에 속하는지를 Q 값으로 판단할 수 있다. Q 값은 다음과 같이 주어진다.

<64>
$$Q = \frac{2\pi\lambda L}{n\Lambda^2}$$

 【수학식 3】

<65> 여기서 Λ 은 격자 간격이고, n 은 매질의 평균 굴절률이다. Q 값이 1 이상이면 브래그 회절이 발생하고, 1이하이면 라만나스 회절이 발행하게 된다. 격자 간격이 $1 \mu\text{m}$, 매질의 굴절률이 1.5, 광원의 파장이 632.8 nm 일 때, 브래그 회절이 발생하기 위해서 매질의 두께는 $0.4 \mu\text{m}$ 이상이어야 한다. 위의 설명에서 회절효율이 100% 되기 위해서는 두께가 $1.6 \mu\text{m}$ 정도 필요하였고, 이 조건에서는 브래그 회절이 발생함을 알 수 있다.

<66> 상기와 같은 이유로 라만나스 회절격자도 사용가능하지만 브래그 회절격자상용화가 더 용이하다. 이때, 동적 제어 광변조 소자에서 위상 회절격자의 두께 L 은 위상 회절격자 부재(21)의 전체 두께가 아니고 위상 회절격자 부재(21)의 일면에 형성된 격자부의 오목부와 볼록부가 주기적으로 마련된 웨이브의 높이, 즉 진폭이다(도3참조).

<67> 일정한 주기로 두께가 변하는 위상 회절격자 부재(21)는 주기적인 굴절률의 변조를 만들기 위한 것으로서, 도시된 사각파 이외에 삼각파 또는 톱니파 등의 두께함수 형태로 나타날 수 있다. 위상 회절격자는 도3과 같은 형상이 된다.



<68> 투과형 동적 제어 광변조 소자에 조사된 레이저광이 브래그 회절을 일으키는 형태는 도 4에 도시되어 있다. 상기 식에 의하여 위상 회절격자 부재의 격자 주기인 Λ 의 하한값은 조사되는 레이저광의 파장의 1/2이고, 상한값은 투과광과 회절광 사이의 각도에 의해 정해진다. 앞서 설명한 사이 각 θ 는 격자간격과 광원의 파장에 의해 다음과 같이 주어진다.

<69>
$$\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{\lambda}{2n\Lambda}$$
 【수학식 4】

<70> 즉, 10도의 사이 각을 가지는 동적제어 광변조 소자에서는 격자 간격이 $2.4\mu\text{m}$ 이고, 30도 일 때는 $0.8\mu\text{m}$ 로 짧아진다.

<71> 본 발명에서는 인가전압에 대응하여 위상 가변 부재의 굴절률이 변함으로써 위상 가변 부재(2)를 투과하는 투과광의 위상을 변화시키고, 위상 회절격자 부재(21)와 위상 가변 부재(2)에서 광의 회절이 일어나도록 한다. 본 발명의 동적 제어 광변조 소자에서 위상 가변 부재(2)는 인가전압에 대한 응답성이 뛰어난 니오브산리튬(LiNbO_3) 등의 무기 비선형 광학 재료가 사용되거나, 가격 면을 고려하여 비선형 발색단을 포함하는 유기재료가 사용될 수 있으며, 바람직하게는 액정재료를 사용할 수 있다. 액정은 네마틱형(Nematic, 가는줄형), 스멕틱형(Smectic, 점액형), 콜레스테릭형(Cholesteric, 비틀림형) 등으로 분류되며 봉상분자나 판상분자의 집단으로 이루어져 있다. 이들 액정이 갖는 굴절률, 유전율, 자화율, 전도도, 점성률 등은 분자의 장축에 평행한 방향인 경우와 이에 직각인 방향인 경우의 물성이 상이(相異)하며 이방성을 갖는다. 이러한 위상 가변 부재는 평판의 유리기판 내에 봉지되며 일정 두께의 면판형상으로 되어 있다.

<72> 이하, 본 발명의 동적 제어 광변조 소자의 동작 원리를 설명한다. 전기장을 인가하여 위상 가변 부재(2)와 위상 회절격자 부재(21)의 굴절률이 같아지도록 조절하면 주기적인 위상

의 변조가 없어져, 동적 제어 광변조 소자에 레이저 광을 조사했을 때 회절이 일어나지 않는다. 한편, 인가 전기장의 크기를 바꾸어 위상 가변 부재(2)와 위상 회절격자 부재(21) 사이에 굴절률의 차이가 생기면 주기적인 위상 변화가 발생하여 회절이 일어나게 된다.

<73> 이하, 동적 제어 광변조 소자를 투과형과 반사형 장치로 이용할때의 광의 회절에 대해 설명하겠다. (도시되지 않은) 광원은 투과형에서는 도2의 아래에 위치되며 반사형일 때는 도2의 위에 위치하는데, 광원으로 사용되는 레이저광은 동적 제어 광변조 소자 전체를 통과하도록 예를 들면 사각 형태로 입사된다.

<74> 투과형 동적 제어 광변조 소자에서의 광의 회절에 관하여는 도4을 참조하며, 동적 제어 광변조 소자에 조사된 레이저광(46)이 투과광(41)과 회절광(40)으로 나뉘어져 나가는 것을 보여주고 있다.

<75> 반사형 동적 제어 광변조 소자에서의 광의 회절에 관하여는 도5 내지 도7를 참조하여 하기에서 보다 상세하게 살펴본다.

<76> 도5는 동적 제어 광변조 소자에 조사된 레이저광(46)이 금속전극(51)에 반사되어 반사광과 회절광으로 나뉘어져 나가는 것을 보여주고 있다. 즉, 조사된 레이저광(46)이 처음에 격자와 만났을 때 회절광과 투과광으로 나뉘어 지는데, 상기 투과된 광은 금속전극(51)에서 반사되어 나가면서 다시 격자에서 회절광을 발생시킨다.

<77> 도6은 도5에서 조사된 레이저광(46)의 경로를 따라 동적 제어 광변조 소자를 평면적으로 펼친 도면이다. 즉, 회절격자를 두 번 통과하는 것을 평면위에 펼친 것이다. 도5와 도6에 첫 번째 회절격자를 통과하는 경로가 A이고 두 번째로 회절격자를 통과하는 경로가 B로 표현되

어 있다. 따라서 투과광의 반사경로인 L2는 도5의 회절격자 부재의 높이인 L1의 2배가 된다.

<78> 도6에 대해 좀 더 자세하게 기술하면 다음과 같다. 조사된 레이저광(46)이 회절격자를 투과하면서 발생한 회절광인 1차 회절광(43)과 투과광(41)이 있고, 상기 1차 회절광(43)이 금속전극(51)에 반사되어 나가면서 격자에서 다시 2차 회절광(44)을 발생시킨다. 한편, 처음에 격자를 투과한 투과광(41)이 금속전극(51)에 반사되어 나가면서 격자에서 3차 회절광(45)이 발생한다. 이때, 도5에서의 위상 회절격자 부재의 높이인 L1을 더욱 작게 만들어 도7과 도8에서와 같이 투과광의 반사경로를 0으로 만들어준다면 2차 회절광(44)과 3차 회절광(45)을 거의 제거할 수 있다. 따라서 반사형 동적 제어 광변조 소자에서는 위상 가변 부재(2)의 높이를 가 능하면 작게 제작하여 도8에서와 같이 위상 가변 부재(2)가 위상 회절격자(21)의 오목한 부분 에만 있도록 한다. 도7에서 첫 번째 회절격자를 통과하는 경로가 C이고 두 번째로 회절격자를 통과하는 경로가 D로 표현되어 있다.

<79> 반사형 동적 제어 광변조 소자는 투과형 동적 제어 광변조 소자에 비해, 회절효율이 두 배로 증가하므로 구동을 위해 사용되는 인가 전압을 낮출 수 있고, 또한 동일한 인가전압으로 구동할 시에는 광 세기의 변조 폭을 증가시킬 수 있다.

<80> 이하, 도9 내지 도10에서 투과형 및 반사형 디스플레이 장치에 대해 설명한다.

<81> 상기 디스플레이 장치는 도2의 동적 제어 광변조 소자를 이용하는데, 특히 유리판(31b) 위에 ITO(Indium Tin Oxide, 산화인듐)를 2차원 어레이로 패터닝하여 코팅된 투명전극(31a)을 형성하여 투명 전극판(31)을 만들고 각각의 투명전극(31a)에 연결되는 구동소자(33)를 마련한 다. 구동소자(33)와 전원 드라이버가 각각 연결되고, 위상 회절격자 부재 하단에 부착된 투 명전극(22)은 공통전극으로 기능을 한다. 2차원 어레이로 패터닝된 투명전극(31a) 각각은 화

소로서의 역할을 하며, 화소의 길이는 오목부와 볼록부의 주기인 Λ 의 약 3배 이상 되어야 한다.

- <82> 광원으로 사용되는 레이저 광은 동적 제어 광변조 소자와 마찬가지로, 투과형에서는 디스플레이 장치의 아래에서 조사되고 반사형에서는 디스플레이 장치의 위에서 조사되며, 디스플레이 장치 전체를 커버할 수 있다.
- <83> 도10은 디스플레이 장치를 반사형으로 제작할 경우로, 도8에 도시된 반사형 광변조 소자를 이용하여 투명 전극판(50)을 2차원 어레이로 패터닝하여 코팅된 투명전극(31a)을 형성하여 투명 저극판(31)을 형성하고, 광원을 투명전극판(31)으로 조사한다.
- <84> 한편, 표시하고자 하는 화면에 따라 각각 적색, 녹색, 청색을 나타내는 단파장의 레이저는 그 강도가 2차원 어레이 투명전극에 인가되는 전압에 의해 조절되며, 상기 3개의 단파장은 하나의 화소를 구성하여 그 변조된 레이저광의 광량에 따라 원하는 화소의 휘도 및 색상을 결정하게 된다.
- <85> 3가지 단파장의 레이저는 3개의 개별 장치에서 조사된다. 브래그 조건에 의하면 색에 따라 파장이 다르고 광의 진행에 따른 입사각과 회절각은 색의 파장에 따라 각기 다르다. 따라서 투명전극을 지나 출력된 최종 레이저광의 회절광의 방향을 보정하기 위해 제어수단을 필요로 한다. 예를 들면, 전기적으로 각도 조절이 가능한 거울(55)을 추가로 사용할 수 있다(도11 참조).
- <86> 3가지 레이저가 조사될 때 도11에서 도시한 바와 같은 제어수단을 사용하지 않고 다음과 같이 회절효율을 고려하면서 3가지 레이저광의 입사광의 방향을 조절하여 회절광의 방향을 동일하게 할 수 있다. 입사광의 방향을 조절하는 방법에 대해 이하에서 자세한 설명을 하겠다.

<87> 즉, 본 발명에서 사용하는 브래그 회절은 회절을 발생시키는 각도가 정해져 있으며 이를 브래그 각이라 한다. 브래그 각에서 조금 벗어난 각도에서 입사한 광도 회절을 일으킬 수 있으나 이때 회절효율은 감소하게 된다. 감소한 회절효율 값은 회절격자의 두께나 Q값에 의해 정해지며 정확히는 아래의 수학식5와 같이 감소한다.

<88>

$$\eta/\eta_0 = \left(\frac{\sin(L\Delta\theta/\Lambda)}{L\Delta\theta/\Lambda} \right)^2$$

【수학식 5】

<89> 여기에서 $\Delta\theta$ 는 입사광 중 브래그 각으로부터 벗어난 각도이고 L은 격자의 두께, Λ 은 격자간격이다.

<90> 각 파장에 따른 입사각의 차이를 구하기 위해서는 다음의 수학식6와 같이 브래그 각을 구하는 식을 이용한다.

<91>

$$\sin(\theta/2) = \frac{\lambda}{2n\Lambda}$$

【수학식 6】

<92> 여기서 θ 는 입사광이 회절격자를 통과한 후 발생하는 투과광과 회절광의 사이 각이다. R, G, B 각 광의 파장은 각각 620, 520, 420 nm이다. 예를 들어 회절격자 간격을 1 μm 라 할 때, 브래그 조건을 만족하는 사이 각은 각각 $\theta_R = 23.9$, $\theta_G = 20$, $\theta_B = 16.1$ 도이다. RGB 중 기준이 되는 광을 하나 선택하여 나머지 2개의 광을 위의 사이 각에 따라 조절하여 3개 광의 회절광을 동일한 방향으로 진행하게 할 수 있다. 이때 나머지 2개 광은 브래그 각도로 입사하지 않기 때문에 회절효율은 감소하게 되며 감소하게 되는 정도는 수학식5을 이용해서 알 수 있다. 도12는 적색광과 녹색광이 브래그 회절이 일어나는 조건에 맞게 입사하여 투과광과 회절광으로 나뉘어지는 것을 도시한 것이다. 도12를 참조하여 상기 RGB 중 기준이 되는 광을 녹색광으로 선택하고 적색광의 회절광(60)의 방향을 녹색광의 회절광(70)과 같도록 맞추려면

적색광의 입사광을 브래그 각에서 소정의 값만큼 벗어나도록 입사시켜야 하는데, 이때 그 소정의 값만큼 벗어난 각도는 $\Delta\theta$ 와 같으며 $\Delta\theta$ 는 θ_R 과 θ_G 의 차이 값의 $1/2$ 값인 $3.9 \times 1/2 = 1.95$ 도가 된다(도12 참조). 마찬가지로 청색광의 입사광이 브래그 각에서 벗어난 각도($\Delta\theta$)는 θ_B 과 θ_G 의 차이 값의 $1/2$ 값인 $3.9 \times 1/2 = 1.95$ 도가 된다. 수학적식5에 따라 감소된 회절효율을 계산하면 $\Delta\theta$ 가 1.95, 매질의 두께가 $1.6 \mu\text{m}$ 고 회절격자의 간격이 $1 \mu\text{m}$ 일 때, 적색광과 청색광 각각의 회절효율의 감소는 약 0.1 %로 매우 적다. 한편, 회절효율의 감소를 1%로 정하고 다른 조건을 상동하게 유지하면 회절격자의 두께를 $5 \mu\text{m}$ 까지 늘일 수 있다. 또한, 회절효율의 감소가 1% 미만이 되도록 입사각을 조절하여 상기와 같이 RGB 각 광원의 회절광의 방향을 동일하게 할 경우 본 장치에 추가적인 제어수단(거울)은 필요 없다.

<93> 이와 같은 디스플레이 장치는 최대 6백인치까지 비디오 영상을 디스플레이 할 수 있으며, 레이저광의 고유 특성인 장거리 투사능력과 고밀도 특성에 의해 고선명, 고화질의 대화면 출력이 가능해지며, 색 구현 영역이 매우 넓은 특징을 갖게 된다.

<94> 본 발명의 실시예에 따른 위상 회절격자를 이용한 동적 제어 광변조 소자 장치는 전술한 실시예들에 국한되지 않고 본 발명의 기술사상이 허용하는 범위 내에서 다양하게 변형하여 실시할 수 있다.

【발명의 효과】

<95> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 다음과 같은 효과가 있다.

<96> 즉, 위상 회절격자 부재의 각 전극마다 형성된 구동소자에 의해 전기장을 제

어함으로서 위상 가변 부재를 제어하여, 격자에 의해 회절된 레이저광의 세기를 조절할 수 있고, 2차원 어레이로 형성한 균일한 형태의 전극을 사용해서 디스플레이 장치로도 응용이 가능하다. 특히, 종래의 빗살형 전극에 비하여 본 발명의 광변조 소자에 사용되는 투명전극은 그 형태가 단순하여 제작이 용이하다. 더구나, 기존의 액정 디스플레이에서 사용되던 액정재료를 위상 가변 부재에 적용할 수 있으므로 상용화가 용이하다. 한편, 장치 내에서 편광자(polarizer)와 같이 광의 손실을 발생시키는 소자가 포함되지 않아서 광학적 손실이 적다. 따라서, 동적 제어 광변조 소자는 기본적인 광학소자로서 광산업 전반에 걸쳐 사용될 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

위상 회절격자를 이용하는 동적 제어 광변조 소자이며,
일정한 주기로 두께가 변하는 회절격자부를 갖는 위상 회절격자 부재와,
일면이 상기 위상 회절격자 부재의 회절격자부에 부착된 위상 가변부재와,
상기 위상 회절격자 부재의 다른 일면과 위상 가변부재의 다른 일면에 각각 형성된 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 전극은 투명전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 전극은 투명 유리 기판에 도전체가 코팅된 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 전극은 ITO 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 전극은 금속전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 기생 회절광이 형성되지 않도록 위상 가변 부재를 위상 회절격자 부재의 오목부에만 형성시킨 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 7】

제1항에 있어서, 상기 회절격자부는 사각파, 삼각파, 톱니파, 웨이브형 중 적어도 하나의 두께함수 형태로 제작될 수 있는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 8】

제1항에 있어서, 상기 위상가변 부재는 인가전압에 따라 매질의 굴절률이 변하는 굴절을 가변재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 9】

제1항에 있어서, 상기 위상 가변부재는 비선형 발색단을 갖는 유기재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 10】

제1항에 있어서, 상기 위상 가변부재는 액정을 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 11】

제1항에 있어서, 상기 위상 가변부재가 니오브산리튬을 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 12】

제1항에 있어서, 상기 회절격자 부재에는 브레그 회절이 일어나도록 상기 격자의 두께와 간격을 정하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 13】

제1항의 상기 동적 제어 광변조 소자의 동작을 위해 조사되는 광은 레이저광을 포함하는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 14】

제13항에 있어서, 상기 레이저광은 위상 회절격자 부재와 위상 가변부재의 굴절율의 차이가 가장 크게 일어나도록 광의 편광방향이 정해지는 것을 특징으로 하는 동적 제어 광변조 소자.

【청구항 15】

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 따른 동적 제어 광변조 소자를 이용하여 제조한 디스플레이 장치에 있어서,

위상 가변부재의 다른 일면에 형성된 전극은 패턴을 가지고 2차원 어레이로 구성된 투명전극이며,

2차원 어레이로 구성된 전극 패턴 각각은 구동소자를 포함하여 전원 드라이버와 연결되고,

위상 회절격자 부재의 다른 일면에 부착된 전극은 공통전극으로 전원 드라이버와 연결되고, 상기 디스플레이 장치는 레이저 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

【청구항 16】

제15항에 있어서, 상기 위상 회절격자 부재의 다른 일면에 부착된 전극은 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

【청구항 17】

제15항에 있어서, 위상 회절격자 부재의 격자와 대면하는 전극 패턴의 길이가 상기 격자의 주기의 3배 이상인 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

【청구항 18】

제15항에 있어서, 상기 레이저 광원은 적색, 청색, 녹색의 3가지 단색광을 조사하는 3개의 개별 레이저 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

【청구항 19】

제18항에 있어서, 상기 레이저 광원들은 각 회절광의 방향이 동일하게 되도록 입사되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

【청구항 20】

제18항에 있어서, 상기 레이저 광원들은 회절효율이 최대가 되는 입사각으로 입사되고, 회절광을 동일 방향으로 반사시키기 위한 회전 가능한 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

【청구항 21】

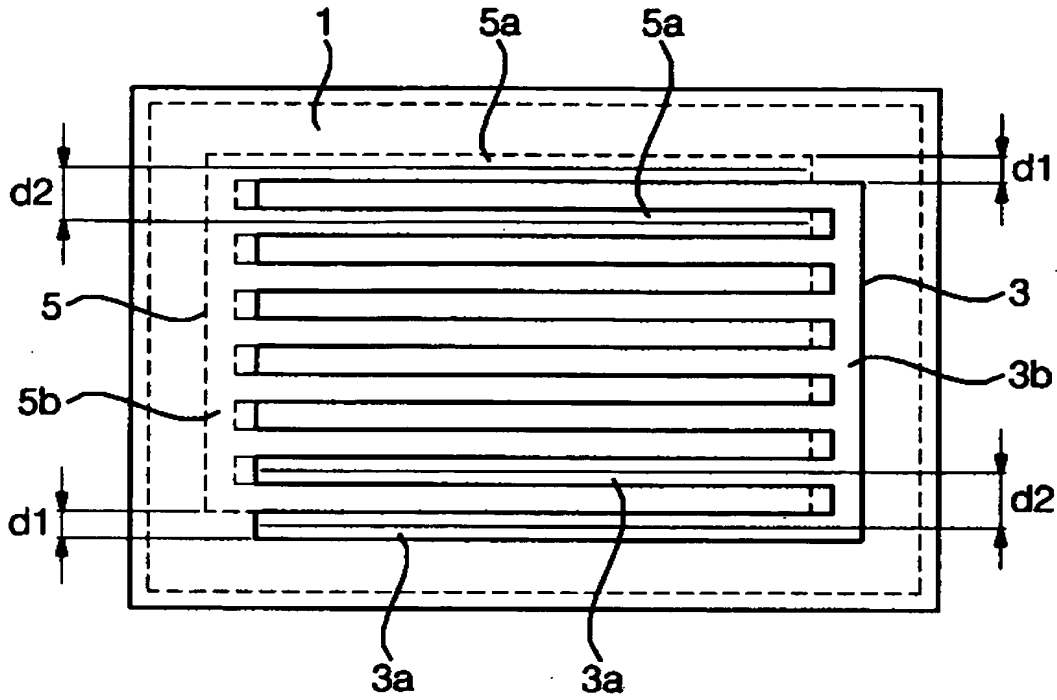
제15항에 있어서, 상기 레이저 광원은 적색, 청색, 녹색의 3가지 단색광을 순차적으로 반복하여 조사하고 각 단색광의 회절광을 동일 방향으로 반사시키기 위한 회전 가능한 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

【청구항 22】

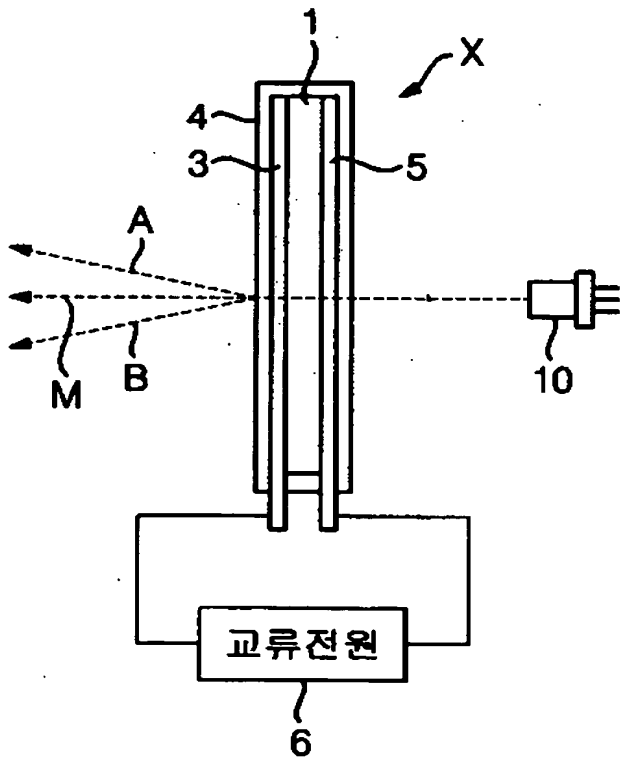
제 15항에 있어서, 상기 레이저 광원은 적색, 청색, 녹색의 3가지 단색광을 동시에 조사하며, 각 단색광의 회절광을 동일 방향으로 진행하도록 입사각을 조절하여 조사하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

【도면】

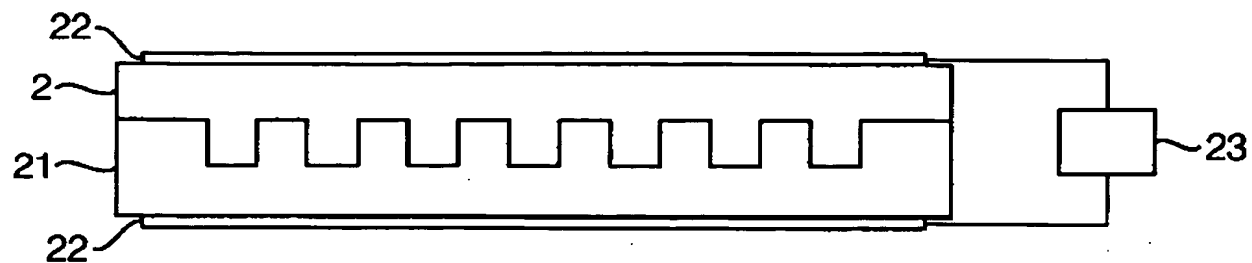
【도 1a】



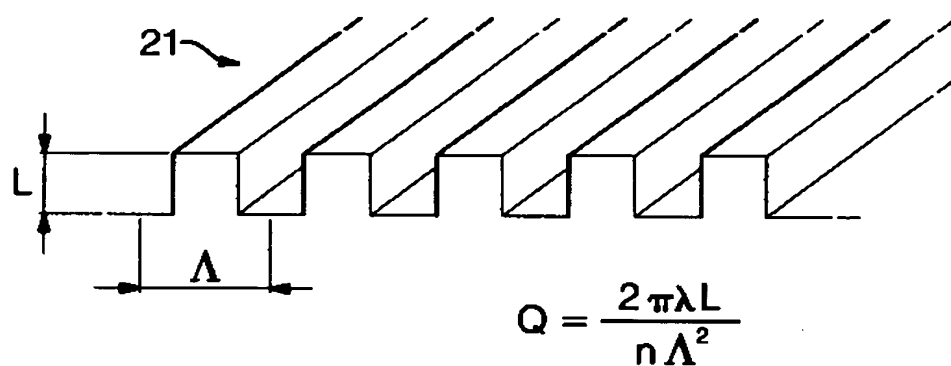
【도 1b】



【도 2】

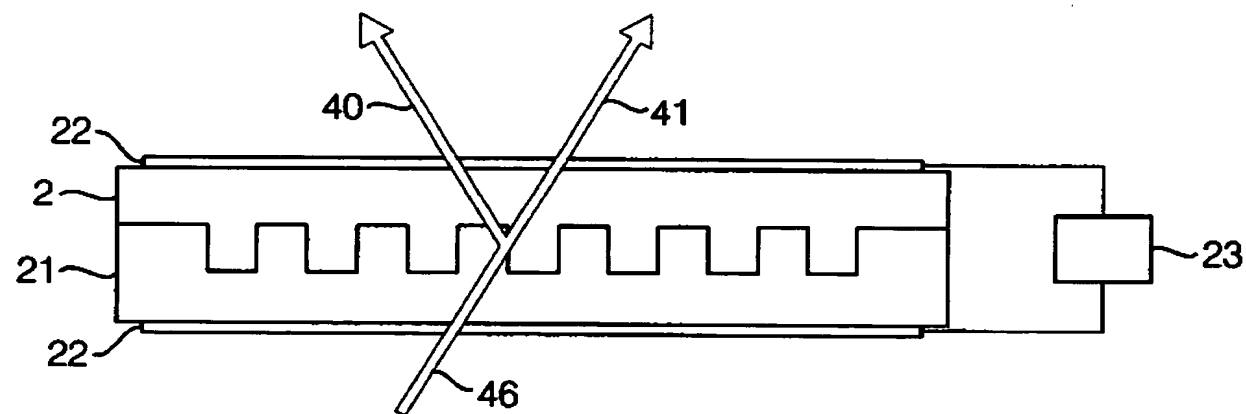


【도 3】



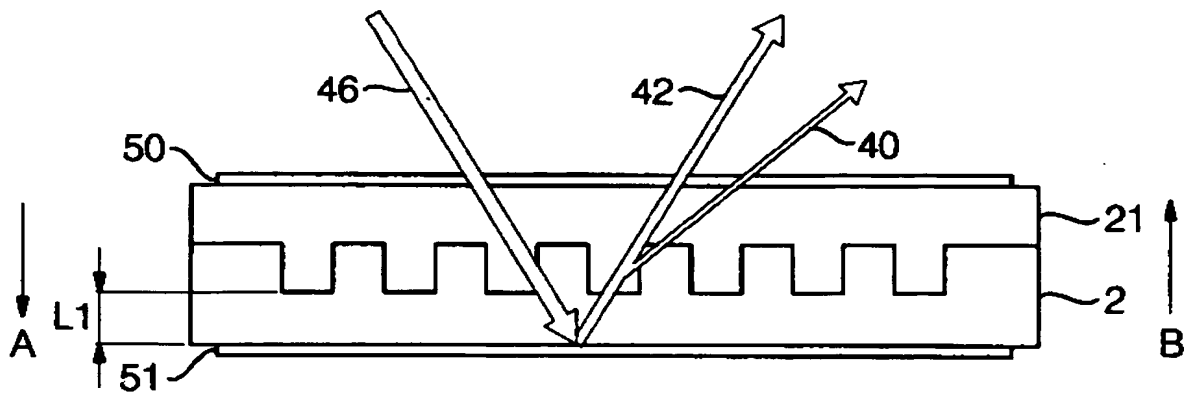
$$Q = \frac{2\pi\lambda L}{n\Lambda^2}$$

【도 4】

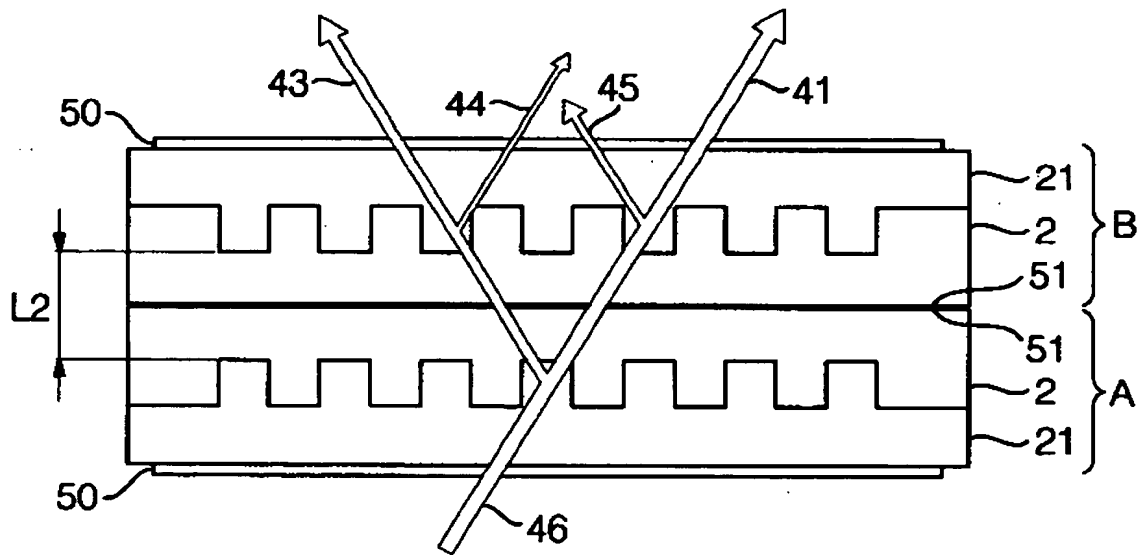




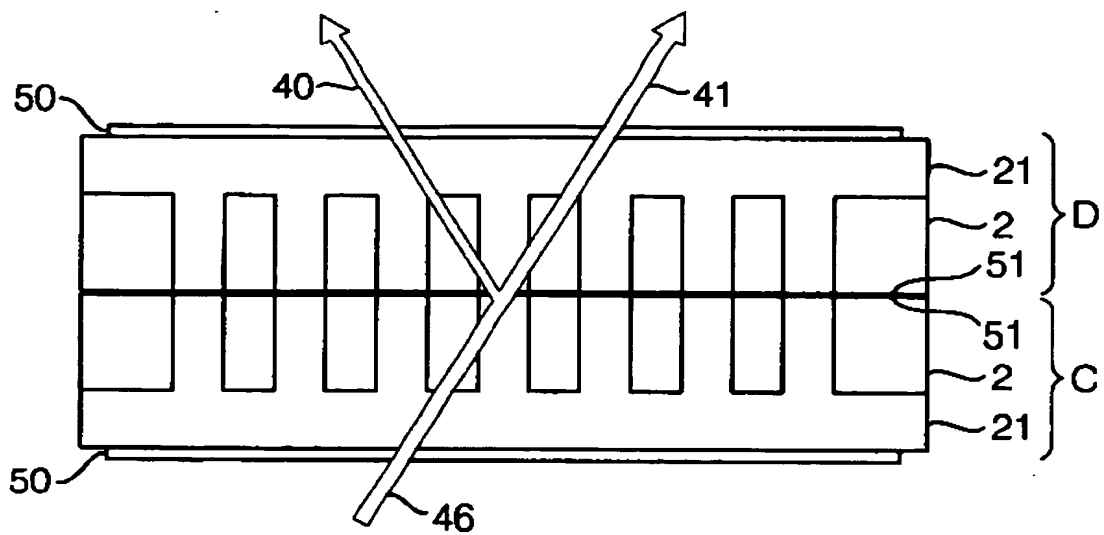
【도 5】



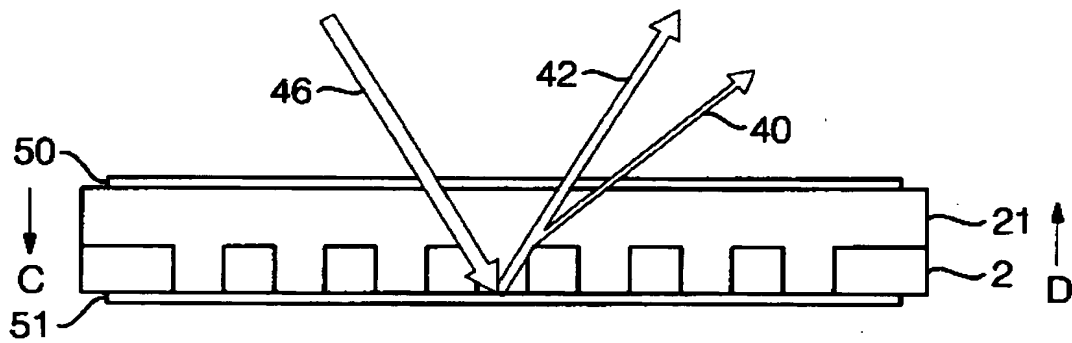
【도 6】



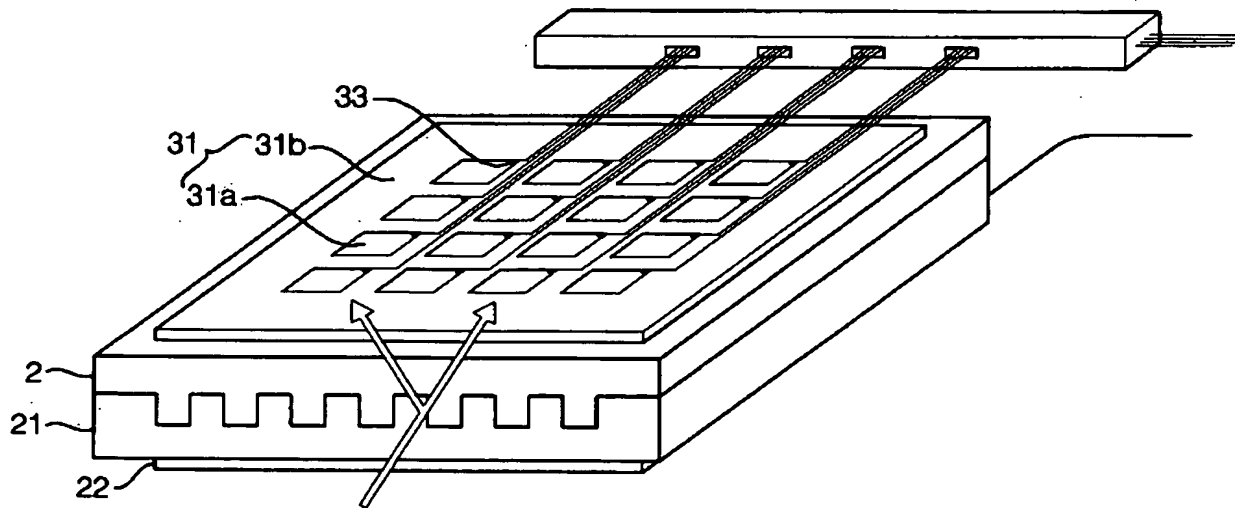
【도 7】



【도 8】

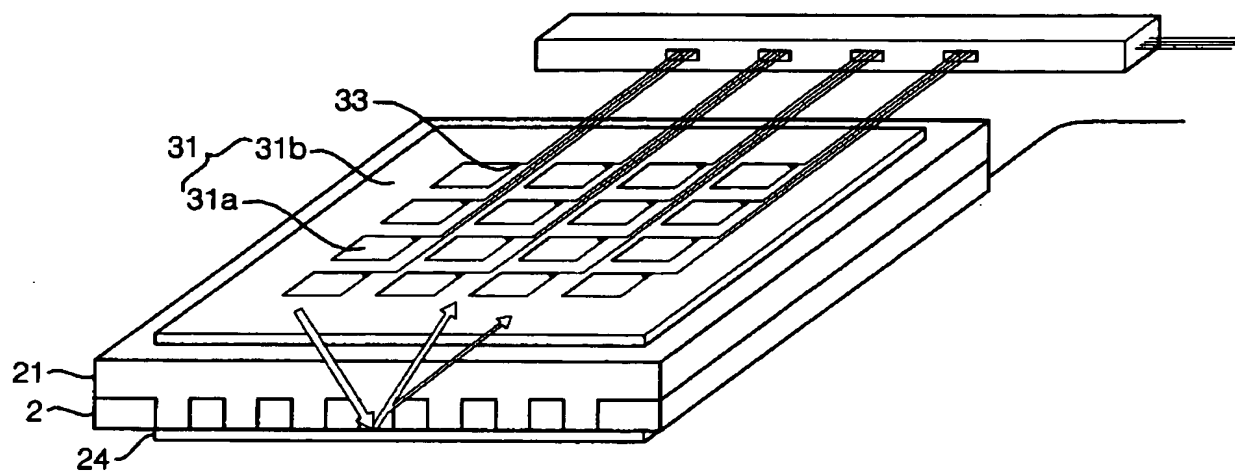


【도 9】

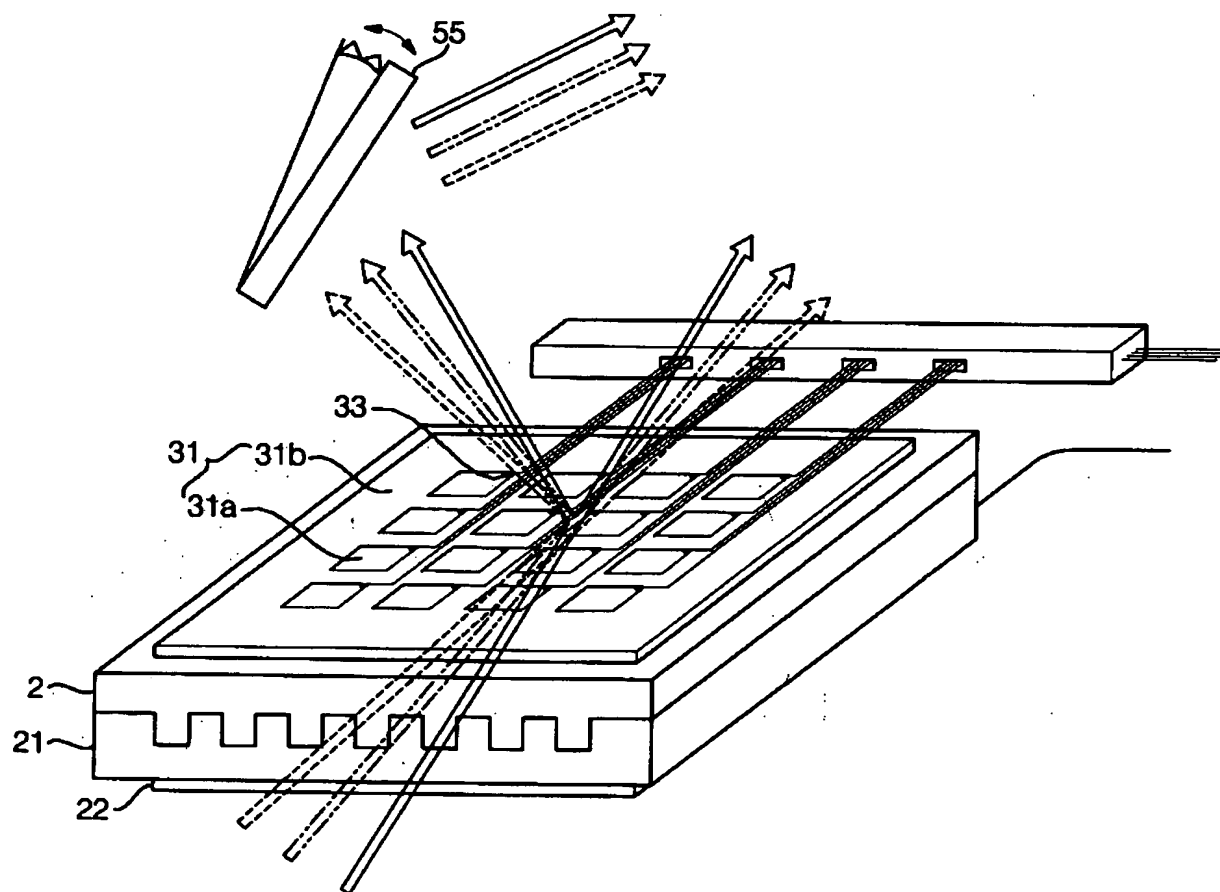




【도 10】



【도 11】





1020030044504

출력 일자: 2003/9/22

【도 12】

